

## (54) HIGH FREQUENCY AMPLIFIER CIRCUIT

(11) 4-271505 (A) (43) 28.9.1992 (19) JP

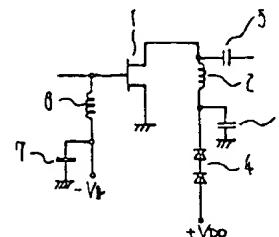
(21) Appl. No. 3-32549 (22) 27.2.1991

(71) NEC CORP (72) HIROSHI OGAWA

(51) Int. Cl<sup>s</sup>. H03F3/193

**PURPOSE:** To realize the high frequency amplifier circuit without overshooting by applying a drain bias voltage to a drain of a FET via at least one diode in the forward polarity.

**CONSTITUTION:** A drain bias voltage is applied to a FET 1 via diodes 4 in forward polarity from a power supply  $V_{DD}$ . A capacitor 3 has a sufficiently low impedance with respect to the signal component fed to the FET 1. When a signal whose level is in the vicinity of a saturation input level of a burst shape is applied to the gate of the FET 1, the drain current of the FET 1 is rapidly increased. However, the reduction in the drain bias voltage by the diodes 4 is kept almost constant based on the voltage-current characteristic of the diodes 4. Thus, the fluctuation in the drain bias voltage is suppressed small and a prescribed output signal is obtained and the high frequency amplifier circuit without overshoot is realized.



## (54) DIGITAL TRANSVERSAL FILTER

(11) 4-271507 (A) (43) 28.9.1992 (19) JP

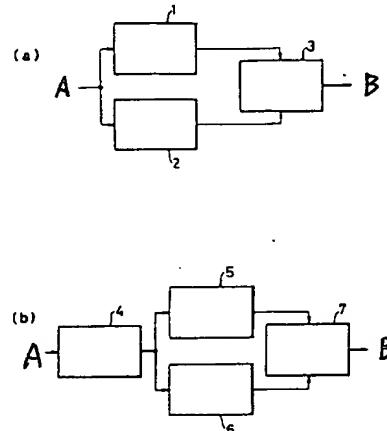
(21) Appl. No. 3-53164 (22) 26.2.1991

(71) FUJITSU LTD (72) TOSHIHIKO NAWA(2)

(51) Int. Cl<sup>s</sup>. H03H15/00

**PURPOSE:** To realize the digital transversal filter able to cope with a higher bit rate.

**CONSTITUTION:** A product sum between input data by an odd number side arithmetic section 1 and odd number tap coefficients and a product sum between input data by an even number side arithmetic section 2 and even number tap coefficients are added by an adder section 3, from which an output is generated. Or a multiplier section 4 multiplies alternately input data and an odd number tap coefficient and an even number tap coefficient, an odd number side accumulate section 5 adds the result of multiplication between the data and the odd number tap coefficient and an even number side accumulate section 6 adds the result of multiplication between the data and the even number tap coefficient, and an adder section 7 adds the accumulation result of the odd number accumulation section 5 and the accumulation result of the even number accumulation section 6 and generates an output to form the digital transversal filter.



A: input, B: output

## (54) AUTOMATIC EQUALIZER

(11) 4-271508 (A) (43) 28.9.1992 (19) JP

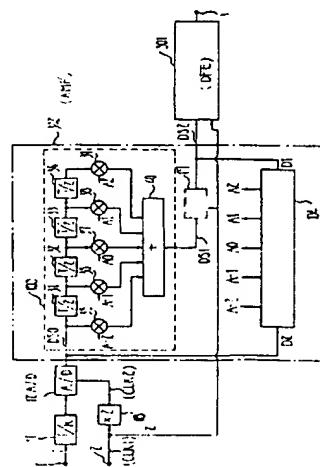
(21) Appl. No. 3-32544 (22) 27.2.1991

(71) NEC CORP (72) SHOICHI MIZOGUCHI

(51) Int. Cl<sup>s</sup>. H03H17/00, H04B7/005

**PURPOSE:** To equalize interference due to a fading in which a reflecting wave is stronger than a direct wave resulting from insufficient equalization by connecting an adaptive matching filter making an impulse response symmetrical before a decision feedback equalizer.

**CONSTITUTION:** A base band signal sampled and quantized by an A/D converter 12 is inputted to a transversal filter 103 whose elements are arranged at an interval of  $T/2$ . A tap coefficient of the transversal filter 103 is controlled adaptively by a tap coefficient control signal generating circuit 104 so that the impulse response of a transmission line at the output is made symmetrical. Thus, even distortion due to fading is equalized in the case of  $\rho > 1$  ( $\rho$  is a ratio of amplitude of reflection wave/amplitude of main wave) in which a reflection wave, that is, a delay wave resulting from insufficient equalization by a decision feedback equalizer 301 at a post-stage is stronger than a direct wave.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-271507

(43)公開日 平成4年(1992)9月28日

(51)Int.Cl.\*

H03H 15/00

識別記号

庁内整理番号

8731-5J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5(全10頁)

(21)出願番号 特願平3-53164

(22)出願日 平成3年(1991)2月26日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 那和 利彦

横浜市港北区新横浜3丁目9番18号 富士  
通デジタル・テクノロジ株式会社内

(72)発明者 内島 誠

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(72)発明者 戸澤 義春

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 柏谷 昭司 (外1名)

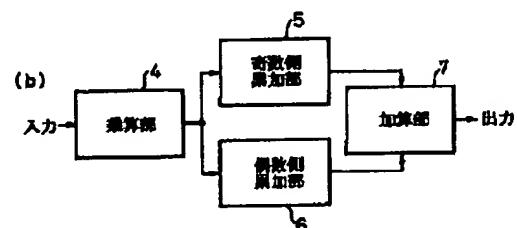
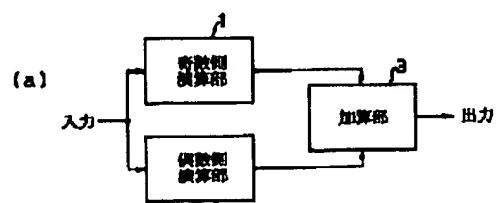
(54)【発明の名称】 デジタルトランスマルチサルフィルタ

(57)【要約】

【目的】デジタルトランスマルチサルフィルタの構成に  
関し、より高ピットレートに対応することができるデイ  
ジタルトランスマルチサルフィルタを提供することを目的  
とする。

【構成】奇数側演算部1による入力データと奇数番目の  
タップ係数との積和演算結果と、偶数側演算部2による  
入力データと偶数番目のタップ係数との積和演算結果と  
を加算部3で加算して出力を発生する。または乗算部4  
で入力データに対して奇数番目のタップ係数と偶数番目  
のタップ係数とを交互に乗算し、奇数側累加部5で奇数  
番目のタップ係数との乗算結果を累加し、偶数側累加部  
6で偶数番目のタップ係数との乗算結果を累加し、加算  
部7で奇数側累加部5の累算結果と偶数側累加部6の累  
算結果とを加算して出力を発生することによってデジ  
タルトランスマルチサルフィルタを構成する。

本発明の原理的構成を示す図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数個のタップ係数と入力データとをそれぞれ乗算した結果を順次累加することによって出力を得るデジタルトランスパーサルフィルタにおいて、入力データをその4倍の速度のクロックでサンプルしたデータと前記複数個のタップ係数中奇数番目のタップ係数とを入力データの2倍の速度のクロックでそれぞれ乗算して結果を順次累加する奇数側演算部(1)と、前記入力サンプルと前記複数個のタップ係数中偶数番目のタップ係数とを前記入力データの2倍の速度のクロックの反転クロックでそれぞれ乗算して結果を順次累加する偶数側演算部(2)と、該奇数側演算部(1)の出力と偶数側演算部(2)の出力を加算する加算部(3)とを有することを特徴とするデジタルトランスパーサルフィルタ。

【請求項2】 複数個のタップ係数と入力データとをそれぞれ乗算した結果を順次累加することによって出力を得るデジタルトランスパーサルフィルタにおいて、入力データをその4倍の速度のクロックでサンプルしたデータと複数個のタップ係数中奇数番目のタップ係数および偶数番目のタップ係数とを交互に順次乗算する乗算部(4)と、該乗算部(4)の奇数番目のタップ係数との演算結果を入力データの2倍の速度のクロックごとに順次累加する奇数側累加部(5)と、該乗算部(4)の偶数番目のタップ係数との演算結果を前記入力データの2倍の速度のクロックの反転クロックごとに順次累加する偶数側累加部(6)と、該奇数側累加部(5)の出力と偶数側累加部(6)の出力を加算する加算部(7)とを有することを特徴とするデジタルトランスパーサルフィルタ。

【請求項3】 タップ係数を記憶する複数個のROM( $32_1 \sim 32_4$ )と、該各ROMの出力を遅延する複数個のシフトレジスタ( $31_1 \sim 31_4$ )とを有し、アドレス入力に応じて該各ROMから前記複数個のタップ係数を読み出して対応するシフトレジスタを経て入力することによって前記演算を行うことを特徴とする請求項1または2に記載のデジタルトランスパーサルフィルタ。

【請求項4】 前記複数個のROMが、奇数側のROM( $32_1, 32_3, 32_5$ )と偶数側のROM( $32_2, 32_4, 32_6$ )とを多重化して構成されていることを特徴とする請求項3に記載のデジタルトランスパーサルフィルタ。

【請求項5】 前記各ROMから読み出されるタップ係数が、前記演算のクロックごとに変化することを特徴とする請求項3または4に記載のデジタルトランスパーサルフィルタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【産業上の利用分野】 本発明は、FIR型のデジタル

トランスパーサルフィルタの構成に関し、特にデジタル復調器に用いられるデジタルトランスパーサルフィルタ(以下DTFという)に関するものである。

【0002】 無線通信におけるデジタル復調器においては、ベースバンドで信号処理を行う場合、通常、アナログデジタル(A/D)変換の段階でアナログ信号を1周期4サンプルし、そのデータをDTFによって波形整形して、タイミング再生等を行っている。

【0003】 このようなDTFにおいては、高ビットレートに対応可能なものであることが要望される。またビットレートが同じ場合は、ハードウェア規模を縮小することができるものであることが要望される。さらに、タップ係数を変化させてタイミング再生を行う方式に対応できるものであることが要望される。

## 【0004】

【従来の技術】 デジタル復調器において、ベースバンドで信号処理を行う場合には、入力アナログ信号を1周期4サンプルでA/D変換を行った結果のデータに対して、DTFによって波形整形の処理を行ってタイミング再生等を行っている。この場合のビットレートは、DTFやタイミング再生回路および搬送波再生回路の動作速度に依存する。特にDTFのタップ数が多い(例えば25タップ等)場合には、DTF内部の乗算器等の演算速度がネックになって、高ビットレートのものを実現できない場合が多い。

【0005】 図9は従来のDTFの回路構成例を示したものであって、6タップの場合を例示し、 $11_1 \sim 11_6, 12_1 \sim 12_6$ はフリップフロップ(FF)、 $13_1 \sim 13_6$ は乗算器、 $14_1 \sim 14_6, 15_1 \sim 15_6$ はフリップフロップ(FF)、 $16_1 \sim 16_6$ は加算器である。

【0006】 図9に示されたDTFにおいては、各FFは入力信号のビットレートRの4倍のビットレートのクロックで動作する。タップ係数 $C_1 \sim C_6$ をFF $11_1 \sim 11_6$ に取り込むとともに、入力をFF $12_1 \sim 12_6$ に並列に取り込み、対応するFFの出力をそれぞれ乗算器 $13_1 \sim 13_6$ において乗算して、乗算結果をFF $14_1 \sim 14_6$ に保持する。そして、FF $14_1$ の出力をFF $15_1$ で遅延した信号とFF $14_2$ の出力を加算器 $16_1$ で加算してFF $15_2$ に保持し、FF $15_2$ の出力とFF $14_3$ の出力を加算器 $16_2$ で加算してFF $15_3$ に保持し、以下同様に順次積和の演算を行うことによって、入力信号に対して波形整形した出力信号を得る。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 従来のDTFにおいては、図9の例に示されるように、入力信号と所要数のタップ係数とを並列に乗算した結果に対して、各乗算結果を順次足し合わせる積和の演算を行って出力を得るようになっている。そのため乗算器における演算速度によつ

3

て、その動作速度が制限され、高ビットレートのものを実現することが困難であるという問題があった。

【0008】本発明はこのような従来技術の課題を解決しようとするものであって、乗算器における演算速度を従来のD T Fの場合の $1/2$ にすることができる、従って同一乗算器を使用した場合は、より高ビットレートに対応することができるD T Fを提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、図1において(a)にその原理的構成を示すように、複数個のタップ係数と入力データとをそれぞれ乗算した結果を順次累加することによって出力を得るデジタルトランスパーサルフィルタにおいて、入力データをその4倍の速度のクロックでサンプルしたデータと複数個のタップ係数中奇数番目のタップ係数とを入力データの2倍の速度のクロックでそれぞれ乗算して結果を順次累加する奇数側演算部1と、入力サンプルと複数個のタップ係数中偶数番目のタップ係数とを入力データの2倍の速度のクロックでそれぞれ乗算して結果を順次累加する偶数側演算部1と、入力サンプルと複数個のタップ係数中奇数番目のタップ係数とを入力データの2倍の速度のクロックでそれぞれ乗算して結果を順次累加する奇数側演算部1と、入力サンプルと複数個のタップ係数中偶数番目のタップ係数とを入力データの2倍の速度のクロックでそれぞれ乗算して結果を順次累加する偶数側演算部2と、奇数側演算部1の出力と偶数側演算部2の出力を加算する加算部3とを有することを特徴とするものである。

【0010】また本発明は、図1において(b)にその原理的構成を示すように、複数個のタップ係数と入力データとをそれぞれ乗算した結果を順次累加することによって出力を得るデジタルトランスパーサルフィルタにおいて、入力データをその4倍の速度のクロックでサンプルしたデータと複数個のタップ係数中奇数番目のタップ係数および偶数番目のタップ係数とを交互に順次乗算する乗算部4と、乗算部4の奇数番目のタップ係数との演算結果を入力データの2倍の速度のクロックごとに順次累加する奇数側累加部5と、乗算部4の偶数番目のタップ係数との演算結果を入力データの2倍の速度のクロックの反転クロックごとに順次累加する偶数側累加部6と、奇数側累加部5の出力と偶数側累加部6の出力を加算する加算部7とを有することを特徴とするものである。

【0011】

【作用】デジタル復調器のタイミング再生方式として、D T Fの出力をダブルサンプリングして位相差を検出する方法があるが、この場合は4サンプルデータ中、復調データ点とゼロクロス点の2点のデータがあればタイミングを再生できる。そこでD T Fの演算では、A/D変換後の4サンプルデータに対して、データ点とゼロクロス点の2サンプル分のデータを出力するデシメーション(decimation)を行えばよい。ただしこの場合、演算精度を損なわないようにするために、4サンプルデータに対してすべて演算を行った上で、必要な2サンプルのデータを出力させるようにする必要がある。この点に着

10

20

30

40

50

4

目して、図1に示すような構成にすることによって、従来のD T Fの $1/2$ の演算速度で所要の演算を行わせることができる。

【0012】本発明のD T Fにおいては、図1において(a)に示すように、複数個のタップ係数と入力データとをそれぞれ乗算した結果を順次累加することによって出力を得るデジタルトランスパーサルフィルタにおいて、奇数側演算部1を設けて、入力データをその4倍の速度のクロックでサンプルしたデータと複数個のタップ係数中奇数番目のタップ係数とを入力データの2倍の速度のクロックでそれぞれ乗算して結果を順次累加し、偶数側演算部2を設けて、入力サンプルと複数個のタップ係数中偶数番目のタップ係数とを入力データの2倍の速度のクロックの反転クロックでそれぞれ乗算して結果を順次累加し、加算部3を設けて、奇数側演算部1の出力と偶数側演算部2の出力を加算してD T Fの出力を発生するようにしたので、従来のD T Fの場合と比べて $1/2$ の演算速度で乗算器の演算を行って、所望の出力を得ることができる。

【0013】また本発明のD T Fにおいては、図1において(b)に示すように、複数個のタップ係数と入力データとをそれぞれ乗算した結果を順次累加することによって出力を得るデジタルトランスパーサルフィルタにおいて、乗算部4を設けて、入力データをその4倍の速度のクロックでサンプルしたデータと複数個のタップ係数中奇数番目のタップ係数および偶数番目のタップ係数とを交互に順次乗算し、奇数側累加部5を設けて、乗算部4の奇数番目のタップ係数との演算結果を入力データの2倍の速度のクロックごとに順次累加し、偶数側累加部6を設けて、乗算部4の偶数番目のタップ係数との演算結果を入力データの2倍の速度のクロックごとに順次累加し、偶数側累加部6を設けて、乗算部4の偶数番目のタップ係数との演算結果を入力データの2倍の速度のクロックの反転クロックごとに順次累加し、加算部7を設けて、奇数側累加部5の出力と偶数側累加部6の出力を加算してD T Fの出力を発生するようにしたので、従来のD T Fの場合と比べて $1/2$ の演算速度で乗算器の演算を行って、所望の出力を得ることができる。

【0014】

【実施例】図2は本発明の一実施例を示したものであつて、6タップのD T Fを構成した場合を例示し、20は入力のビットレートRの4倍のビットレートのクロック4 CKで動作するフリップフロップ(F F)、21<sub>1</sub>, 21<sub>3</sub>, 21<sub>5</sub>, 22<sub>1</sub>, 22<sub>3</sub>, 22<sub>5</sub>は2倍のビットレートのクロック2 CKで動作するフリップフロップ(F F)、23<sub>1</sub>, 23<sub>3</sub>, 23<sub>5</sub>は乗算器、24<sub>1</sub>, 24<sub>3</sub>, 24<sub>5</sub>, 25<sub>1</sub>, 25<sub>3</sub>, 25<sub>5</sub>はクロック2 CKで動作するフリップフロップ(F F)、26<sub>1</sub>, 26<sub>3</sub>は加算器であつて、これらは奇数側演算部を構成している。21<sub>1</sub>, 21<sub>3</sub>, 21<sub>5</sub>, 22<sub>1</sub>, 22<sub>3</sub>, 22<sub>5</sub>は2倍のビットレートの反転クロック\*2 CKで動作するフリップフロップ(F F)、23<sub>1</sub>, 23<sub>3</sub>, 23<sub>5</sub>は乗算器、24<sub>1</sub>, 24<sub>3</sub>, 24<sub>5</sub>, 25<sub>1</sub>, 25<sub>3</sub>, 25<sub>5</sub>は

60

5<sub>4</sub>, 25<sub>5</sub> は反転クロック \* 2 CKで動作するフリップフロップ (FF) 、 26<sub>1</sub>, 26<sub>5</sub> は加算器であって、これらは偶数側演算部を構成している。27 はクロック 2 CKで動作するフリップフロップ (FF) 、 28 は加算器、29 はクロック 2 CKで動作するフリップフロップ (FF) である。

【0015】4サンプルデータ入力は、FF20にクロック 4 CKで取り込まれたのち、奇数側演算部の FF22<sub>1</sub>, 22<sub>5</sub> にクロック 2 CKで取り込まれ、FF21<sub>1</sub>, 21<sub>5</sub>, 21<sub>9</sub> にそれぞれクロック 2 CKで取り込まれた奇数番号のタップ係数 C<sub>1</sub>, C<sub>5</sub>, C<sub>9</sub> と、乗算器 23<sub>1</sub>, 23<sub>5</sub>, 23<sub>9</sub> で乗算されて、乗算結果は FF24<sub>1</sub>, 24<sub>5</sub>, 24<sub>9</sub> にクロック 2 CKで取り込まれる。そして、FF24<sub>1</sub> の出力を FF25<sub>1</sub> で遅延した信号と FF24<sub>5</sub> の出力を加算器 26<sub>1</sub> で加算して FF25<sub>5</sub> に保持し、FF25<sub>9</sub> の出力と FF24<sub>9</sub> の出力を加算器 26<sub>5</sub> で加算して FF25<sub>9</sub> に保持する。

【0016】FF20にクロック 4 CKで取り込まれたデータは、偶数側演算部の FF22<sub>1</sub>, 22<sub>5</sub>, 22<sub>9</sub> にクロック \* 2 CKで取り込まれ、FF21<sub>1</sub>, 21<sub>5</sub>, 21<sub>9</sub> にそれぞれクロック \* 2 CKで取り込まれた奇数番号のタップ係数 C<sub>1</sub>, C<sub>5</sub>, C<sub>9</sub> と、乗算器 23<sub>1</sub>, 23<sub>5</sub>, 23<sub>9</sub> で乗算されて、乗算結果は FF24<sub>1</sub>, 24<sub>5</sub>, 24<sub>9</sub> にクロック \* 2 CKで取り込まれる。そして、FF24<sub>1</sub> の出力を FF25<sub>1</sub> で遅延した信号と FF24<sub>5</sub> の出力を加算器 26<sub>1</sub> で加算して FF25<sub>1</sub> に保持し、FF25<sub>9</sub> の出力と FF24<sub>9</sub> の出力を加算器 26<sub>5</sub> で加算して FF25<sub>9</sub> に保持する。FF25<sub>9</sub> の出力は、クロック 2 CKで FF27 に取り込まれる。

【0017】FF25<sub>5</sub> に保持された奇数側のデータと FF27 に保持された偶数側のデータとは、加算器 28 で加算され、FF29 でクロック 2 CKで整形されて出力される。図 2 に示された DTF では、デシメーションが行われて、図 9 に示された従来の DTF の場合と比べて乗算器の演算速度を 1/2 にすることが可能となる。

【0018】図 3 は、図 2 の実施例における各部信号を示すタイムチャートであって、入力を FF20 で取り込んだデータ 1 (x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub>, x<sub>4</sub>, x<sub>5</sub>, ...) に対する奇数側演算部の各部出力である FF22<sub>1</sub>, 22<sub>5</sub>, 22<sub>9</sub> の奇数側取り込みデータ d<sub>1</sub> (x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub>, ...), FF21<sub>1</sub>, 21<sub>5</sub>, 21<sub>9</sub> の奇数側取り込みタップ係数 t<sub>1</sub> (C<sub>1</sub>), t<sub>5</sub> (C<sub>5</sub>), t<sub>9</sub> (C<sub>9</sub>), 奇数側乗算器 23<sub>1</sub>, 23<sub>5</sub>, 23<sub>9</sub> の出力データ m<sub>1</sub>, m<sub>5</sub>, m<sub>9</sub> 、奇数側の加算演算を示す FF25<sub>1</sub>, 25<sub>5</sub>, 25<sub>9</sub> の出力データ a<sub>1</sub>, a<sub>5</sub>, a<sub>9</sub> 、奇数側演算部の出力データ o<sub>1</sub> を示している。また偶数側演算部については出力データ o<sub>1</sub> のみが示されている。なお図中においては、乗算結果の出力を添字のみによって、例えば C<sub>1</sub> x<sub>1</sub> を 11 のように表している。奇数側出力データ o<sub>1</sub> と偶数側出力データ o<sub>1</sub> を加算することによって DTF 出力を生じる。

【0019】図 4 は、図 3 に示された DTF の演算結果と 2 サンプル出力データとの関係を示したものであつて、(a) は 4 サンプルデータを示し、(b) は DTF 入力データ列 x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub>, x<sub>4</sub>, x<sub>5</sub>, ... に対する DTF 演算結果の出力を示している。図 3 および図 4 を参照することによって、本発明によれば、4 サンプルデータ中、必要な D 点および Z 点についての 2 サンプルデータだけを DTF の出力とすることができる事が明らかである。

10 【0020】図 5 は本発明の他の実施例を示したものであつて、タップ係数をクロックごとに変化させてタイミングを再生する方式に用いる場合の DTF の回路構成の例を示し、30 は図 2 に示された実施例と同様の DTF を示し、31<sub>1</sub> ~ 31<sub>5</sub> はそれぞれ DTF 30 のタップ係数 C<sub>1</sub> ~ C<sub>5</sub> に対応するリードオンリーメモリ (ROM) 、32<sub>1</sub> ~ 32<sub>5</sub> はそれぞれ ROM 31<sub>1</sub> ~ 31<sub>5</sub> に対応して設けられたシフトレジスタ (SR) であつて、SR31<sub>1</sub>, 31<sub>5</sub> は 1 段、SR31<sub>1</sub>, 31<sub>5</sub> は 2 段、SR31<sub>1</sub>, 31<sub>5</sub> は 3 段から構成されている。

20 【0021】図 5 の実施例においては、DTF 30 のタップ係数 C<sub>1</sub> ~ C<sub>5</sub> をそれぞれ ROM 32<sub>1</sub> ~ 32<sub>5</sub> に予め記憶させておき、タイミング制御信号およびアドレス信号に応じて読み出し、SR31<sub>1</sub> ~ 31<sub>5</sub> によって所要の時間遅延させて DTF 30 に与えることによって、図 2 の実施例の場合と同様に DTF 動作を行わせることができる。図 5 の実施例によれば、DTF をディジタル復調器のタイミング再生回路に使用したような場合、DTF のタップ係数をクロックごとに変化させてタイミングを再生することができる。

30 【0022】図 6 は、図 5 の実施例におけるタップ係数のロード方法を示すタイムチャートであって、奇数側演算部に対するタップ係数のロードを例示し、ROM (1) 32<sub>1</sub>, ROM (3) 32<sub>3</sub>, ROM (5) 32<sub>5</sub> からクロック 2 CK に応じてタップ係数が読み出され、これに基づいて SR (1) 31<sub>1</sub>, SR (3) 31<sub>3</sub>, SR (5) 31<sub>5</sub> から所要のタイミングでタップ係数が出力されて DTF 30 にロードされることが示されている。なおタップ係数用 ROM は、奇数側演算部用と偶数側演算部用とを多重化して用いるように構成することも可能である。

40 【0023】図 7 は本発明のさらに他の実施例を示したものであつて、多重処理を行う場合を示し、6 タップの場合を例示している。40, 41<sub>1</sub>, 41<sub>5</sub>, 41<sub>9</sub>, 42<sub>1</sub>, 42<sub>5</sub>, 42<sub>9</sub> は入力のビットレート R の 4 倍のビットレートのクロック 4 CK で動作するフリップフロップ (FF) 、43<sub>1</sub>, 43<sub>5</sub>, 43<sub>9</sub> は乗算器、44<sub>1</sub>, 44<sub>5</sub>, 44<sub>9</sub> は 2 倍のビットレートのクロック 2 CK で動作するフリップフロップ (FF) 、45<sub>1</sub>, 45<sub>5</sub> は加算器、46<sub>1</sub>, 46<sub>5</sub>, 46<sub>9</sub> は 2 倍のビットレートの反転クロック \* 2 CK で動作するフリップフロップ (FF) 、47<sub>1</sub>, 47<sub>5</sub>

50 は 2 倍のビットレートの反転クロック \* 2 CK で動作するフリップフロップ (FF) 、48<sub>1</sub>, 48<sub>5</sub>

7

7<sub>a</sub>, 4<sub>8</sub>は加算器、4<sub>9</sub>はクロック2CKで動作するフリップフロップ(FF)である。

【0024】4サンプルデータ入力は、FF40にクロック4CKで取り込まれたのち、FF42<sub>1</sub>, 42<sub>2</sub>, 42<sub>3</sub>にクロック4CKで取り込まれる。奇数番号のタップ係数についての演算を行うときは、FF41<sub>1</sub>, 41<sub>2</sub>, 41<sub>3</sub>にそれぞれクロック4CKで奇数番号のタップ係数C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>が取り込まれ、偶数番号のタップ係数についての演算を行うときは、FF41<sub>1</sub>, 41<sub>2</sub>, 41<sub>3</sub>にそれぞれクロック4CKで偶数番号のタップ係数C<sub>2</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>6</sub>が取り込まれる。乗算器43<sub>1</sub>, 43<sub>2</sub>, 43<sub>3</sub>においては、FF42<sub>1</sub>, 42<sub>2</sub>, 42<sub>3</sub>に取り込まれたデータ入力と、FF41<sub>1</sub>, 41<sub>2</sub>, 41<sub>3</sub>に取り込まれたタップ係数との乗算を行い、乗算結果は奇数番号のタップ係数の場合は、乗算器43<sub>1</sub>の出力をFF44<sub>1</sub>で遅延した信号と乗算器43<sub>2</sub>の出力とを加算器45<sub>1</sub>で加算してFF44<sub>2</sub>に保持し、FF44<sub>2</sub>の出力と乗算器43<sub>3</sub>の出力とを加算器45<sub>2</sub>で加算してFF44<sub>3</sub>に保持し、偶数番号のタップ係数の場合は、乗算器43<sub>1</sub>の出力をFF46<sub>1</sub>で遅延した信号と乗算器43<sub>2</sub>の出力を加算器47<sub>1</sub>で加算してFF46<sub>2</sub>に保持し、FF46<sub>2</sub>の出力と乗算器43<sub>3</sub>の出力を加算器47<sub>2</sub>で加算してFF46<sub>3</sub>に保持する。そして加算器48でFF44<sub>1</sub>の出力と、FF46<sub>1</sub>の出力を加算し、加算結果の出力をFF49で整形して出力を発生する。

【0025】図7の実施例によれば、入力データとタップ係数との乗算を行う部分を、奇数番号のタップ係数の演算と奇数番号のタップ係数の演算とに共用しているので、ハードウェア規模が縮小される。

【0026】なお、図7に示された実施例の場合も、タップ係数を予めROMに記憶させておき、これを読み出して所要のタイミングで乗算器に与えて乗算を行わせるようにすることもできる。またこのROMを、奇数側のタップ係数と偶数側のタップ係数とで多重化して使用するようにしてもよい。これによって、DTFにおいて、クロックごとにタップ係数を変化させる制御を行うことが可能となる。

【0027】図8は、本発明のDTFを適用した復調器を例示したものであって、50は直交検波部、51, 52はアナログディジタル変換器(A/D)、53, 54は本発明のDTF、55はキャリアリリカバリ(CR)、56はシンボルタイミングリリカバリ(STR)、57はクロック源である。

【0028】入力QPSK変調波信号は、直交検波部50において直交検波されて直交成分に分解され、A/D51, 52においてそれぞれクロック源57のクロックを用いてデジタル信号に変換されて、DTF53, 54に入力される。DTF53, 54は、STR56からそれぞれタップ係数を設定されることによって、A/D

8

51, 52からのデジタル化された入力信号をそれぞれ波形整形して、CR55に入力する。CR55は、この波形整形された直交信号入力からI成分とQ成分となる復調データを発生して出力する。一方、STR56はDTF53, 54の出力の位相差を検出して、位相差に対応してタップ係数を発生して、DTF53, 54に供給する。

【0029】図8に示された復調器では、例えば図5に示されたDTFを用いて、クロックごとにDTFのタップ係数を変化させることによって、入力波形の変化に応じてDTF特性を変化させることができ、従って常に最良の状態で復調を行うことができる。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように本発明のDTFによれば、従来のDTFに比べて、乗算器の演算速度を1/2にすることができるので、同じ乗算器を用いた場合は、従来のDTFの2倍のビットレートを実現することができる。また従来と同じビットレートの場合には、乗算器で多重処理を行うことができるので、ハードウェア規模を縮小することができる。またタップ係数をROMから与えるようにすれば、クロックごとにタップ係数を変化させることができるので、DTFのタップ係数を変化させながらタイミング再生を行う復調器等に適用することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a), (b)は本発明の原理的構成を示す図である。

【図2】本発明の一実施例を示す図である。

【図3】図2の実施例における各部信号を示すタイムチャートである。

【図4】本発明のDTFの演算結果と2サンプル出力データとの関係を示す図であって、(a)は4サンプルデータを示し、(b)はDTF入力データ列x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub>, x<sub>4</sub>, x<sub>5</sub>, …に対するDTF演算結果の出力を示す。

【図5】本発明の他の実施例を示す図である。

【図6】タップ係数のロード方法を示すタイムチャートである。

【図7】本発明のさらに他の実施例を示す図である。

【図8】本発明のDTFを適用した復調器を例示する図である。

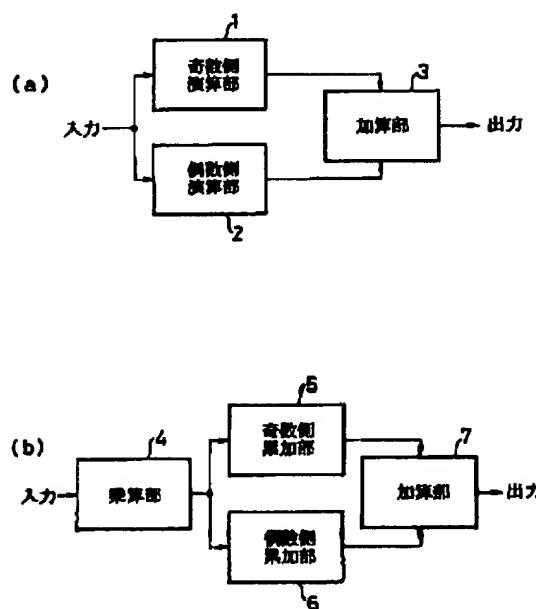
【図9】従来のDTFの回路構成例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 奇数側演算部
- 2 偶数側演算部
- 3 加算部
- 4 乗算部
- 5 奇数側累加部
- 6 偶数側累加部
- 7 加算部

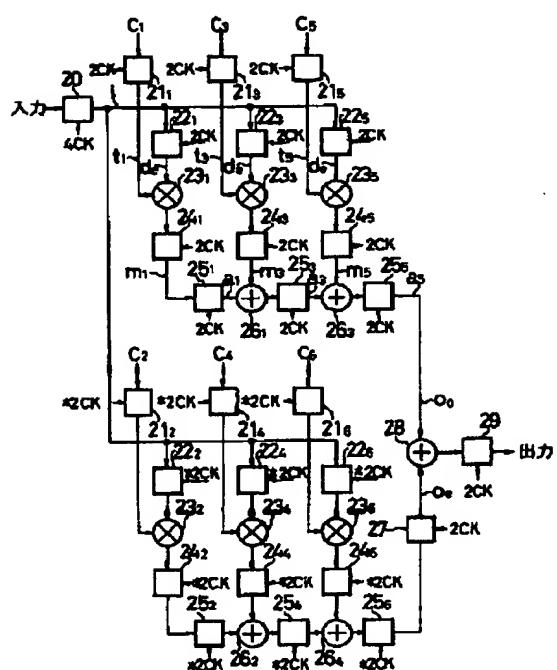
【図1】

本発明の原理的構成を示す図



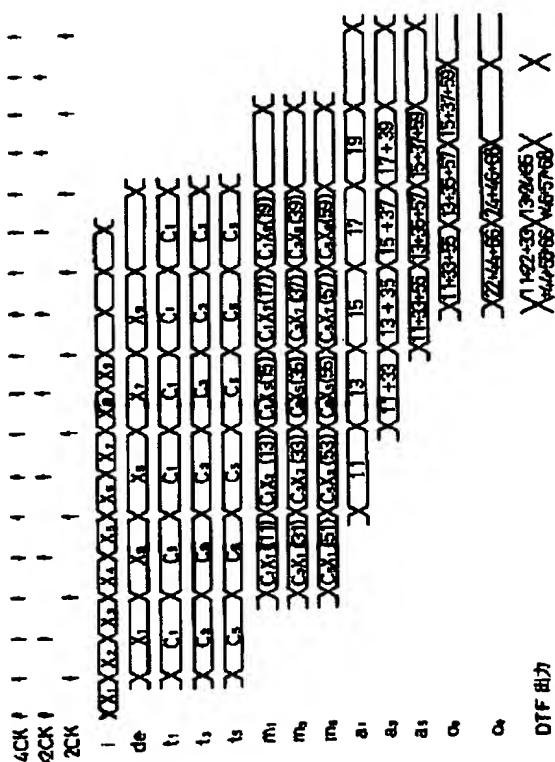
【図2】

本発明の一実施例を示す図



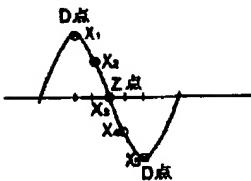
〔圖3〕

図2の実施例における各部信号を示すタイムチャート



【図4】

本発明のDTFの演算結果と2サンプル出力データとの関係を示す図



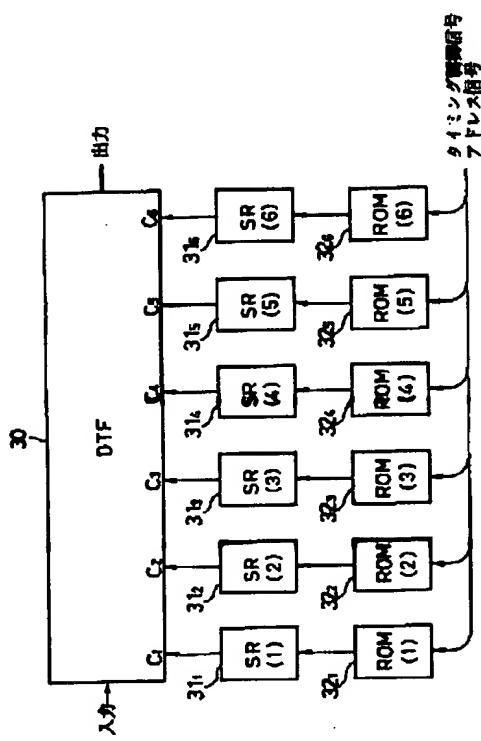
(5)

(b)

D点	$C_1 X_1 + C_2 X_2 + C_3 X_3 + C_4 X_4 + C_5 X_5 + C_6 X_6$
	$C_1 X_2 + C_2 X_3 + C_3 X_4 + C_4 X_5 + C_5 X_6 + C_6 X_7$
Z点	$C_1 X_3 + C_2 X_4 + C_3 X_5 + C_4 X_6 + C_5 X_7 + C_6 X_8$
	$C_1 X_4 + C_2 X_5 + C_3 X_6 + C_4 X_7 + C_5 X_8 + C_6 X_9$
D点	$C_1 X_5 + C_2 X_6 + C_3 X_7 + C_4 X_8 + C_5 X_9 + C_6 X_{10}$
	$C_1 X_6 + C_2 X_7 + C_3 X_8 + C_4 X_9 + C_5 X_{10} + C_6 X_{11}$
	⋮

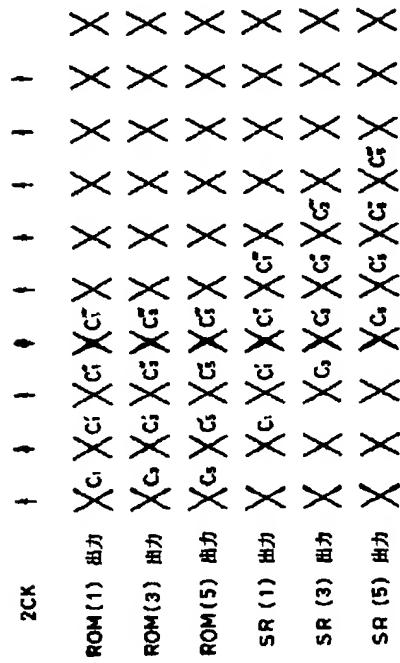
【図5】

### 本発明の他の実施例を示す図



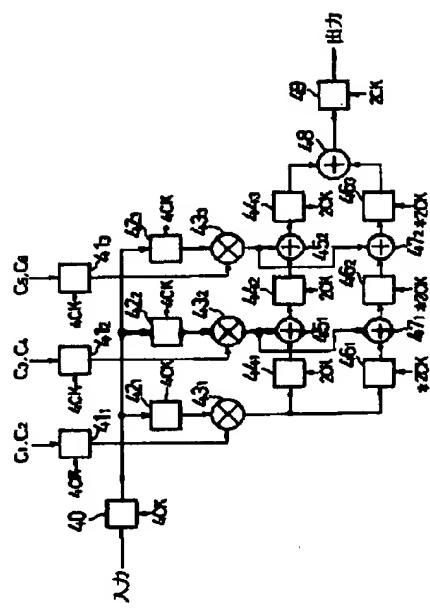
〔圖6〕

### タップ係数のロード方法を示すタイムチャート



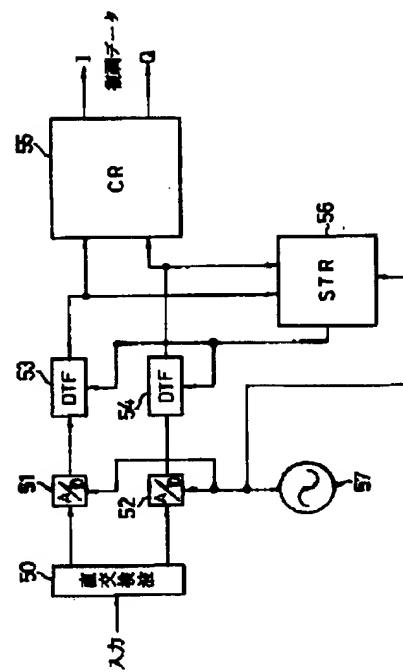
【図7】

本発明のさらに他の実施例を示す図



【図8】

本発明のD T Fを適用した復調器を例示する図



【図9】

従来のD-T-Fの回路構成例を示す図

